

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-330424
 (43)Date of publication of application : 22.12.1997

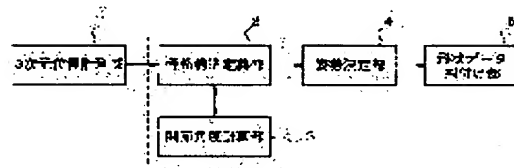
(51)Int. Cl. G06T 15/70
 G01B 11/24
 G01B 21/20

(21)Application number : 08-146133 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
 (22)Date of filing : 07.06.1996 (72)Inventor : NAKA TOSHIYA

(54) MOVEMENT CONVERTER FOR THREE-DIMENSIONAL SKELETON STRUCTURE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To allocate the ratio between the scales of a model fixed with a marker and a new model to CG characters of different scales, etc., without unnatural feeling by magnifying the value to the moving quantity of the reference position of joint structure and allocating so as to efficiently take the three-dimensional movement of complicated structure.

SOLUTION: After a three-dimensional skeleton position measuring part 1 fixes the marker to the main part of a human body and measures the movement of the model within a three-dimensional space, a skeleton structure defining part 2 defines human skeleton structure. The after a joint angle calculation part 3 obtains angular data of each joint through the use of the corresponding relation of skeleton structure and the position of the marker by conversion, a posture deciding part 4 decides the posture of skeleton structure at each time. In addition, a shape data allocating part 5 allocates the value of the ratio of the scale being the ratio of the reference positions of skeleton structure and the ground concerning the model provided with the marker and the new model by magnifying the moving amount of the reference position of joint structure.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-330424

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 15/70			G 0 6 F 15/62	3 4 0 K
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	K
21/20	1 0 1		21/20	1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-146133

(22) 出願日 平成8年(1996)6月7日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中 俊弥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

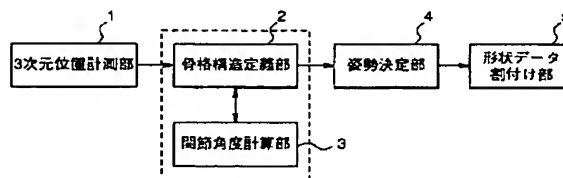
(74) 代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54) 【発明の名称】 3次元骨格構造の動き変換装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のモーションキャプチャを用いた複雑な動きのモデリング方法では、実際にキャプチャリングするモデルの体型とそれを割り付けるキャラクタの体型が異なる。このためモーションキャプチャを用いてもその動きを割り付けたCGキャラクタなどが地面にめり込んだり、両足が滑ってしまったりして不自然な動きとなってしまうていた。

【解決手段】 モーションキャプチャ時の骨格の角度を計算する時の骨格と、それを割り付ける際のCGキャラクタの骨格構造のスケールを、両者の基準位置（ベース位置など）と地面との距離の比で求める。さらにその値をモーションキャプチャしたデータのベースの平行移動量に作用させる。また、モーションキャプチャデータに対応するCGキャラクタの骨格データに割り付ける時に、一定の揺らぎ成分を付加することにより、自然な動きを再生する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 骨格構造の主要な位置に光または磁気に応答するマークを取り付けモデルの動きをマークの三次元座標の時系列データとして計測する3次元位置計測部と、

モデルの骨格構造の階層関係およびその初期状態を定義する骨格構造定義部と、

上記3次元位置計測部で計測されたマークの三次元座標値をもとに、上記骨格構造の関節の角度を時間毎に計算する関節角度計算部と、

上記骨格構造定義部で定義されるモデルの骨格構造と上記関節角度計算部で与えられる各関節の角度データから任意の時間でのモデルの骨格の姿勢を計算する姿勢決定部と、

上記モデルの姿勢を新たなモデルの骨格構造に割り付ける形状データ割り付け部とを備えた3次元骨格構造の動き変換装置において、

上記形状データ割り付け部は、上記関節角度計算部で求める関節構造の基準位置の各関節の角度データに関する姿勢情報を新たなモデルの骨格構造に、上記関節構造の基準位置の姿勢の移動量を新たなモデルの基準位置の移動量に、それぞれ割り付ける際に、両者の骨格構造の基準位置と地面との間隔の比をスケールとし、新たなモデルのスケールと、マークを取り付けたモデルのスケールとの比の値をスケールパラメータと定義し、このスケールパラメータを上記関節構造の基準位置の移動量に拡大して割り付けるものである、ことを特徴とする3次元骨格構造の動き変換装置。

【請求項2】 請求項1に記載の3次元骨格構造の動き変換装置において、

上記関節角度計算部は、その求める関節構造の関節角度を、新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、上記関節構造同士が階層を含めて異なる場合に、両者の関節のどれとどれとが対応するかを定義付け、対応する関節の数異なる場合には階層構造の親の関節角度を抜けた関節の角度情報にそれぞれ足し合わせることで、関節数の異なる骨格同士の姿勢を修正するものである、ことを特徴とする3次元骨格構造の動き変換装置。

【請求項3】 請求項1に記載の3次元骨格構造の動き変換装置において、

上記形状データ割り付け部は、上記関節角度計算部で求める関節構造の基準位置および各関節の姿勢情報を新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、両者の骨格構造の対応する関節および基準位置にそれぞれのデータを対応させ、さらに変換されたデータに対して一定の規則に基づく揺らぎを付加して割り付けるものである、ことを特徴とする3次元骨格構造の動き変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3次元の骨格構造

2

の動き変換方法に関し、特にコンピュータグラフィックス(CG)を用いたCF(コマーシャルフィルム)や映画などの映像制作分野あるいは3次元CGを用いたゲーム制作分野において、人間などの複雑な骨格構造を持つ形状の手足の自然な動きデータや姿勢変化を生成または解析するための3次元の骨格構造の動き変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】3次元CGの利用分野として、最近TVのCM(コマーシャル)やゲームソフトが注目されている。特にゲーム市場を中心にCGアニメーションが重要視されており、これらの分野では登場する人物や動物などに対して自然な動きが要求されている。TVや映画のアニメーション生成では、従来キーフレーム法と呼ばれる補間方法が主流を占めており、上述のCGアニメーション制作においても基本はこの方法を用いている。

【0003】ここでキーフレーム法について説明する。時間軸方向に対して注目する時間 t_0 (キーフレーム)での登場するキャラクタの動きを作成する。さらにキーフレームからある時刻たった時間 t_1 ($> t_0$)での同じキャラクタの動きを作成し、キーデータとして保存する。このキーデータを時間軸方向に必要なキーフレームに対してそれぞれ設定する。実際にアニメーションを再生する場合に前述の複数のキーフレーム t_0, t_1, \dots での各キャラクタの動作をキーデータ間を単純に直線で補間する、あるいはキーデータ間をスプライン関数を用いて補間することで、キーフレーム間の抜けたフレームでの動きを補い、連続したアニメーションとしている。

【0004】一般にCGキャラクタの動きには、3次元空間における配置や移動の軌跡を表すグローバルな動きと、配置には関係のない、歩行動作や運動などのローカルな動きとがある。このうち、前者は先に述べたキーフレーム法で3次元空間内でのキーとなる時間でのそれぞれのキャラクタの基準位置を設定し、後はその間を補間することで容易に、動きの指定を行うことができる。ところが、例えばゴルフスイングにおける腕の振りや、歩行動作における足の動きなどのキャラクタのローカルな動きは、キーフレーム法だけでは簡単にしかも自然に設定するのは難しい。

【0005】これに対して近年、人間などの骨格構造を持つキャラクタのローカルな運動をモデリングする場合に、モーションキャプチャと呼ばれる方法が用いられ始めている。これは、モデルとなる人間の身体の一部(関節や頭など数十点)にマークを付け、モデルに必要な運動をさせ、その軌跡を辿ることで、複雑な運動を定義するものである。このマークとしては、光に反応するタイプ(光学式)のものと、磁気に応答するタイプ(磁気式)のものとの二種類が現在の主流である。前者は光を反射する性質の球体を人間の身体に付け、特殊な照明下でのマークからの反射光でその位置を特定するもので

50

ある。また、後者は磁場を用いてセンサの3次元位置を特定するものである。後者はリアルタイム性を有するが、地磁気の影響を受けやすいとかマーカの数が制限されるなどの欠点を有する。

【0006】モーションキャプチャで取り込んだ人間の身体の主要部分の運動は、骨格構造に基づく順キネマティックス法を用いてコンピュータ上で骨格の動きとして再現される。

【0007】キネマティックス法はロボット工学を中心に開発された技術であり、可動点と可動点とを直線で結んだ直鎖リンク構造を持つ骨格モデル（リンクとジョイントで構成）につき、そのジョイント部分の角度（3自由度）と位置（3自由度）とを設定することにより、骨格モデルの姿勢を決定するものである。このキネマティックス法をCGで作成した任意の骨格構造のキャラクタに適用することで、人間や恐竜などの自然な動きを再現することが可能になりつつある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のモーションキャプチャを用いた人間の運動制御では、計測時に取り込んだマーカの3次元座標位置をもとに骨格構造の姿勢を決定していたため、キャプチャした時の骨格の初期値と異なるスケール、及び骨格構造を持った形状にモーションデータを割り付ける要求がほとんどで、取り込んだ動きの誤差が大きくて、CGキャラクタの足が地面にメリ込んだり、地面を滑っているように再現されてしまう等、そのままでは使いものにならなかった。また、ある程度人間の手作業で動きを修正しても、その動きをCGのキャラクタに割り付けてみるときこない動きとなってしまうといった問題を有していた。

【0009】本発明は上記問題点を鑑み、人間の骨格構造などの複雑な構造の3次元での運動を効率良く取り込み、しかも一度とったキャプチャデータを基に、これらをスケールや骨格構造の異なるCGキャラクタに違和感無く割り付けることを可能にした3次元骨格構造の動き変換装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明にかかる3次元骨格構造の動き変換装置は、人間の腕や足などの複雑な構造の動きを定義するために人間の骨格構造の動きそのものを計測する機構を備え、さらに骨格構造の階層関係と初期状態を定義する機構を備え、また、計測時の骨格構造とその動きを割り付けるキャラクタの骨格構造とのスケール（拡大率）を求める機構と、そのスケールに基づいてキャプチャした骨格構造の基準位置（以下、ベース位置と呼ぶ）の姿勢（主に平行移動量）をそのスケールで等倍する機構とを備えたものである。

【0011】また、関節角度計算部で求める関節構造の関節角度を、新たなモデルの骨格構造に割り付ける際

に、上記関節構造同士が階層を含めて異なる場合に、両者の関節のどれとどれとが対応するかを定義付け、対応する関節の数が異なる場合には階層構造の親の関節角度を抜けた関節の角度情報にそれぞれ足し合わせることで、関節数の異なる骨格同士の姿勢を修正する機構を備えたものである。

【0012】さらに、取り込んだ人間の各関節のデータをキャラクタの骨格に割り付ける際に、一定の規則に基づく揺らぎ成分を付加する機構を備えたものである。

【0013】即ち、請求項1にかかる3次元骨格構造の動き変換装置は、骨格構造の主要な位置に光または磁気に応答するマーカを取り付けモデルの動きをマーカの3次元座標の時系列データとして計測する3次元位置計測部と、モデルの骨格構造の階層関係およびその初期状態を定義する骨格構造定義部と、上記3次元位置計測部で計測されたマーカの3次元座標値をもとに、上記骨格構造の関節の角度を時間毎に計算する関節角度計算部と、上記骨格構造定義部で定義されるモデルの骨格構造と上記関節角度計算部で与えられる各関節の角度データから任意の時間でのモデルの骨格の姿勢を計算する姿勢決定部と、上記モデルの姿勢を新たなモデルの骨格構造に割り付ける形状データ割付け部とを備えたものにおいて、上記形状データ割付け部は、上記関節角度計算部で求める関節構造の基準位置の各関節の角度データに関する姿勢情報を新たなモデルの骨格構造に、かつ、上記関節構造の基準位置の姿勢の移動量を新たなモデルの基準位置の移動量に、それぞれ割り付ける際に、両者の骨格構造の基準位置と地面との間隔の比をスケールとし、新たなモデルのスケールと、マーカを取り付けたモデルのスケールとの比の値をスケールパラメータと定義し、このスケールパラメータを上記関節構造の基準位置の移動量に拡大して割り付けるもの、としたものである。

【0014】また、請求項2にかかる3次元骨格構造の動き変換装置は、上記関節角度計算部では、その求める関節構造の関節角度を、新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、上記関節構造同士が階層を含めて異なる場合に、両者の関節のどれとどれとが対応するかを定義付け、対応する関節の数が異なる場合には階層構造の親の関節角度を抜けた関節の角度情報にそれぞれ足し合わせることで、関節数の異なる骨格同士の姿勢を修正するものとしたものである。

【0015】また、請求項3にかかる3次元骨格構造の動き変換装置は、上記形状データ割付け部は、上記関節角度計算部で求める関節構造の基準位置および各関節の姿勢情報を新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、両者の骨格構造の対応する関節および基準位置にそれぞれのデータを対応させ、さらに変換されたデータに対して一定の規則に基づく揺らぎを付加して割り付けるもの、としたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態1による3次元骨格構造の動き交換装置について、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施の形態1における3次元骨格構造の動き交換装置の構成を示すブロック図である。図1において、1は3次元位置計測部、2は骨格構造定義部、3は関節角度計算部、4は姿勢決定部、5は形状データ割付け部である。

【0017】以上のように構成された3次元骨格構造の動き交換装置について、以下図1を用いてその動作を説明する。まず、3次元骨格位置計測部では人間の身体10の主要な部分（通常は関節位置の近く）にマーカを数十個取り付け、モデルの3次元空間内での運動を計測する。マーカと計測装置には光学式のものと磁気式のものがあるが、ここでは前者を例に説明する。図2(a)に示すように光を反射するマーカ（球状）をモデルの身体10の主要部に取り付ける（図の白丸）。この状態で特殊な照明条件下でモデルに所望の動きをさせ、複数台（2個以上）のカメラで動きを撮影する。取り込んだデータに対して複数の視点からの画像（時系列データ）の対応関係を考慮して、マーカの2次元座標から3次元座標位置データ20に変換する。マーカの位置データは通常ワールド座標系での3次元座標値である。次に骨格構造定義部2で、人間の骨格構造を定義する。図2(b)に定義された人間の骨格構造の一例を階層段階と共に示す。標準的な人間の場合は20〜40個の関節データで姿勢を表現できる。また、骨格構造は計算の基準となるベース位置（通常は、人間の股やヘソの位置）と各関節、関節間のリンクの長さ（人間の骨の長さに対応する）、およびそれらの階層関係の情報からなる。図3に標準的な人間の骨格構造の階層関係を示す。図4は、骨格構造の計算の基準となるベース位置（Site）と各関節（Joint）、関節間のリンクの長さ（Segment）の関係を表し、図5は、骨格の構造をあらわしたものである。また、図6は、骨格の初期値を表すデータ構成例であり、図7は、骨格の階層関係を定義するデータ構成例である。この具体例は、お尻から左足部分にかけてのものである。

【0018】図5に示すように、データ例の最初のセグメント(Hips)はHips.base, LeftHip, RightHip, SpineBaseの4つのサイトを持ち、他のセグメント(LeftUpLeg, LeftLowLeg, LeftFoot)はそれぞれ2つのサイトを持っている。

【0019】図6のデータ構成例は、骨格の初期値を表している。この図において、siteやsegmentの次のパラメータは「名称」で、その次はデータの種類を表すオプションである。また、図中-aはセグメントの色で、r, g, bの値を、-pはサイトのローカル座標位置で、x, y, zの値を、-rはサイトのローカル座標回転角度で、x, y, zの値をそれぞれ表している。

【0020】また、図7のデータ構成例は、骨格の階層段階を定義したものの一例である。この図において、ジ

ョイント(joint)のパラメータがサイトの親子関係を定義する。また、図中の-cはジョイントを構成するサイトの親子関係で、親サイト名、子サイト名を、-tはジョイントの回転自由度を設定するもので、ballは3自由度を、-lはジョイントの回転角度範囲で、x, y, zの最大値、x, y, zの最小値をそれぞれ表している。

【0021】次に、関節角度計算部3において骨格構造とマーカの位置との対応関係を用いて、各関節毎の角度データを変換により得る。人間の骨格の外側にはスキンと呼ぶ肉がついており、マーカはこのスキンの外側につけざるを得ないので、通常マーカの位置と骨格の関節（ジョイント）とは一致しないが、例えば、図8に示すように肘の部分の関節の角度を計算する場合には、肘を挟む関節の内側と外側に2つのマーカ（マーカ2とマーカ3）を取り付け、その中点で肘の関節位置（ジョイント2）を求めることができる。

【0022】ここでマーカの座標位置から関節の角度データを計算するには、基本的には三角測量の原理により、隣接する3つのマーカの座標値とその位置関係が分かればこれを計算できる。例えば、図8に示すように、それぞれの座標値が既知の3つのマーカが与えられた時に、ベクトルaとベクトルbの和の方向の位置にベクトルpを定義し、このベクトルpに基づいてジョイントの回転角度を求める場合を考える。また、この図8において、マーカ1から出ているベクトルIは、マーカ1、マーカ2、マーカ3が作る平面に垂直なベクトルで、有顔ベクトルと呼ばれるものである。例えば、ベクトルp方向をローカル座標系のZ軸方向に選び、ベクトルIの方向をX軸に、さらにこの2つのベクトルが作る平面に垂直な方向（外積方向）にY軸をとる。このXYZ軸の原点が肩の部分のローカル座標系の原点に一致する。

【0023】理想的には、ベクトルpは、肩の骨の方向ベクトル（ジョイント1からジョイント2に向かうベクトル）と一致していることが望まれるが、通常はマーカの位置によって一致せず、誤差となる。この誤差は、マーカの位置を計算時にジョイントの位置に近づけることで小さくすることができる。

【0024】ジョイントの角度は、通常、上記のローカル座標系でのXYZ軸回りの回転角度を意味し、これは、3つのマーカの位置が決まれば一意に決定される。また、各軸周りの角度は骨格構造の初期位置をゼロとして、そこからの回転角度で表すものであり、具体的には、図8でジョイント1からジョイント2に向かうベクトルの方向をZ軸として計算すれば、図9に示すように、X軸周りの回転角度とY軸周りの回転角度として得ることができる。

【0025】一方、Z軸周りの回転角度については、骨格構造の初期状態におけるX軸と上記の有顔ベクトルIとを比較することにより求めることができる。

【0026】上述のようにマーカの座標値とその位置関

係は既知であることから、各関節の回転角度は、各関節の角度を骨格の初期位置からの角度として計算すればよく、任意の時刻におけるジョイントの角度はマーカ位置を基準として求めることが可能である。骨格構造の初期状態は通常図5に示した構造を用いる。

【0027】姿勢決定部4では、図2および図3に示した骨格構造の各時間毎の姿勢を決定する。図2に示したのが階層関係と初期値（主にリンクの長さが重要）で、この構造に対してモーションキャプチャで得られるデータを基に、関節角度計算部3で各関節の回転角度を計算する。モーションキャプチャで得られるデータとして必要なのは初期値の情報と各関節の初期値からの回転角度である。これらをもとに骨格構造の姿勢をルートとなる位置から順にフォワードキネマティクスを用いて計算する。フォワードキネマティクスについては「広瀬著 ロボット工学（裳華房）」などに記述されている。姿勢決定で重要なのはベース位置の方向（ローカル座標系での回転の3成分）とベース位置の平行移動量（ワールド座標系での移動の3成分）と、各関節の回転角度（ローカル座標系での回転の3成分）である。

【0028】例えば、図10に、ルートの位置と方向、各時刻における各ジョイントの角度データ（モーションデータ）を定義したもののデータ構成例の一例を示す。ここでmoveの後のパラメータは、数字はフレーム番号を、 $-a$ はルートの座標を設定するもので、 x, y, z の値を、 $-b$ はルートの回転角度を設定するもので、 x, y, z の値を、 $-r$ は各ジョイント角度を設定するもので、 x, y, z の値をそれぞれ表している。

【0029】姿勢決定部4で定義されるベース位置のワールド座標系での移動の3成分とローカル座標系での回転の3成分の具体例は、図10の「move」で与えられる情報のうち「NewSkel」で与えられる情報である。このうち、「 $-a$ パラメータ」がルートの座標値、すなわちベース位置のワールド座標系での移動の3成分を、「 $-b$ パラメータ」がルートの回転角度、すなわちベース位置のローカル座標系での回転の3成分をそれぞれ意味し、これらから与えられる情報をフレーム毎の値（時系列データ）として定義する。

【0030】また、図10のパラメータのうち、ルートの移動量は当然座標データそのものであり、回転角度ではないので、ルートに対応するマーカから座標データそのものを計算する。この値は注目する骨格がワールド座標系のどのあたりに位置するかを設定するものである。

【0031】この図10のパラメータのうち、各関節の回転角度を設定することで人間が手を振ったり足を上げたりする動きが定義できる。また、ベース位置の姿勢（ローカル座標系での回転の3成分とワールド座標系での移動の3成分との6成分）を与えることで、歩いている人間のワールド座標系での軌跡や体全体の傾きなどを定義できる。

【0032】次に形状データ割付け部5では、モーションキャプチャした実際のモデルの動きをCGで作成したキャラクタの動きに割り付ける。この場合、通常はキャプチャ時のモデルの骨格構造（図2(a)）と割り付けたCGキャラクタの骨格とは異なったものとなる。つまり、モーションデータを実際のCGキャラクタに割り付ける場合、図11に示すような3つの骨格構造が存在する。図11(a),(b),(c)の骨格構造の全てが等しければ、非常に精度良くモーションデータをCGキャラクタに割り付けることが可能である。ところが通常は、この図11(a),(b),(c)の3者のスケール、特にその(b)と(c)とは異なっている。このため、モデルのモーションデータを如何に精度良く求めても、それを体格の異なるCGキャラクタに当てはめた途端に不自然な動きとなってしまう。この不自然さは特に下半身（ベースから足先に掛けて）において顕著であり、CGキャラクタの足が地面にメリ込んだり、地面を滑っているように再現されてしまう。

【0033】そこで図1の形状データ割付け部5においてこれらの補正を加える。まず、形状データ割付け部では、これからモーションを割り付けたい形状（CGキャラクタなど）に合わせて、骨格構造（図11の(c)）を定義する。この場合、骨格構造の階層関係はできるだけモーションキャプチャ時の関節角度計算に用いた骨格構造（図11(b)）の階層関係と一致させる。この条件が満足されれば、両者の骨格構造、すなわち図11の(b)と(c)で異なるのは初期状態とリンクの長さとなる。これらの条件のうち、上で述べた誤差に影響を与えるのはリンクの長さ、つまりは骨格のスケールの違いである。このスケールを例えば図12に示すようなベース位置と地面との間の距離の比で定義する。図11(a)の骨格のベース位置と地面との距離を L_1 とし、図11(c)の割付けるCGキャラクタの骨格のベースと地面の距離を L_2 とし、 (L_2 / L_1) を両者のスケールパラメータと定義する。このスケールパラメータをモーション割付け時にベース位置の移動量（ワールド座標系での平行移動量3成分）に掛け合わせる。これにより、割り付ける骨格のスケールが異なることによって生じる足のメリ込みや滑べりは補償される。図1で示す姿勢決定部4で順キネマティクス法を用いてベース位置から両足の先端部の位置を決めている場合は、かなりの精度で上記の割り付ける骨格のスケールが異なることによって生じる足のメリ込みや滑べりという問題が解決される。

【0034】次に、骨格構造の階層関係をできるだけモーションキャプチャ時の関節角度計算時に用いた骨格構造の階層関係と一致させる、という要求をどうしても満足できない場合の処理について説明する。骨格の階層関係が異なる場合は通常関節の数が異なってしまう。例えば図13に示すように人間の右手の関節を例に取ると、通常は右肩、右肘、右手首などとなる（図13(a)）

が、割り付けるCGキャラクタの階層が異なっていて右肘を無くしてしまいたい場合などである(図13(b))。この場合図13(b)に示すように、肩と手首は対応する関節が存在するが肘については割り付ける関節が無いことになる。そこで、形状データ割り付け部でそれぞれの骨格構造のどの関節とどの関節が対応するかを定義し、その結果図13に示すような関節の数が異なる場合は、対応する関節が無い部分(図13では肘の部分)については、その関節の角度情報(3成分)をそれぞれその子となる階層の関節角度(図13では右肩の子が右肘)にたし合わせる。図13では右手首の位置を求める場合に右肘(仮想的に考える)の回転角度を $\theta_1 + \theta_2$ とし上腕部分は回転させない(図13(c))。これによってモーションキャプチャ時の手首の位置(図13(c))と、CGキャラクタに割り付ける時の手首の位置(図13(d))とはほぼ一致する。図13の説明では簡単のために2次元平面内での例を示したが、3次元空間でも同様で、図13の θ がX、Y、Zの3成分を持ち、それぞれの要素について角度を足し合わせることで、3次元空間での手首の位置を決定できる。

【0035】次に、モーションキャプチャ時のデータを割り付けるだけでは、未だ自然で滑らかな運動が再現できない場合の処理について説明する。この場合には、関節角度計算で得られた骨格構造(図11(b))、又は割り付けたいCGキャラクタの骨格構造(図11(c))の角度成分に所定の揺らぎを加えることで解決できる。例えば、関節角度計算で得られた骨格構造(図11(b))、又は割り付けたいCGキャラクタの骨格構造(図11(c))の角度成分に乱数を加えることにより、キャラクタの骨格に、一定の規則に基づく揺らぎ成分を付加することができ、より自然で滑らかな運動を再現することができる。ここで、乱数はその振幅と周期を変えることで動きに対応した揺らぎを加えることができる。また、関節角度計算で得られた骨格構造(図11(b))、あるいは割り付けたいCGキャラクタの骨格構造(図11(c))のそれぞれの角度成分に対して、指定された時間間隔に渡ってフーリエ変換を行い、その周波数領域のデータの周波数Fをもとに $1/F$ のノイズ(揺らぎ)を付加し、そのデータを逆フーリエ変換することで時間領域の角度データに揺らぎを加えることができ、より自然で滑らかな運動を再現することができる。このように揺らぎを付加することは、姿勢決定部4においても形状データ割り付け部5においても可能である。

【0036】このような、本実施の形態1による3次元骨格構造の動き変換装置では、人間などの複雑な構造の動きを定義するために人間の動きそのものを計測する機構を備え、さらに骨格構造の階層関係と初期状態を定義する機構を備え、計測時の骨格構造とその動きを割り付けるキャラクタの骨格構造とのスケール(拡大率)を求める機構と、そのスケールに基づいてキャプチャした骨

格構造のベース位置の姿勢(主に平行移動量)をそのスケールで等倍する機構とを備えたので、スケールの異なる骨格構造を持つキャラクタの運動を簡単に決定できる効果がある。

【0037】また、本実施の形態1による3次元骨格構造の動き変換装置では、関節角度計算部で求める関節構造の関節角度を、新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、上記関節構造同士が階層を含めて異なる場合に、両者の関節のどれとどれとが対応するかを定義付け、対応する関節の数が異なる場合には階層構造の親の関節角度を抜けた関節の角度情報にそれぞれ足し合わせることで、関節数の異なる骨格同士の姿勢を修正する機構を備えたので、関節数の異なる骨格同士であっても姿勢を自然に表すことができる効果がある。

【0038】また、本実施の形態1による3次元骨格構造の動き変換装置では、取り込んだ人間の各関節のデータをキャラクタの骨格に割り付ける際に、一定の規則に基づく揺らぎ成分を付加する機構を備えたので、より自然で滑らかな運動を再現できる効果がある。

【0039】

【発明の効果】以上のように本発明の請求項1にかかる3次元の動き変換装置によれば、人間などの複雑な構造の動きを定義するために人間の動きそのものを計測する機構を備え、さらに骨格構造の階層関係と初期状態を定義する機構を備え、計測時の骨格構造とその動きを割り付けるキャラクタの骨格構造とのスケール(拡大率)を求める機構と、そのスケールに基づいてキャプチャした骨格構造のベース位置の姿勢(主に平行移動量)をそのスケールで等倍する機構とを備えたので、スケールの異なる骨格構造を持つキャラクタの運動を簡単に決定できる効果が得られる。

【0040】また、本願の請求項2にかかる発明によれば、関節角度計算部で求める関節構造の関節角度を、新たなモデルの骨格構造に割り付ける際に、上記関節構造同士が階層を含めて異なる場合に、両者の関節のどれとどれとが対応するかを定義付け、対応する関節の数が異なる場合には階層構造の親の関節角度を抜けた関節の角度情報にそれぞれ足し合わせることで、関節数の異なる骨格同士の姿勢を修正する機構を備えたので、関節数の異なる骨格同士であっても姿勢を自然に表すことができる効果が得られる。

【0041】また、本願の請求項3にかかる発明によれば、取り込んだ人間の各関節のデータをキャラクタの骨格に割り付ける際に、一定の規則に基づく揺らぎ成分を付加する機構を備えたので、より自然で滑らかな運動を再現できる効果が得られる。

【0042】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による3次元骨格構造の動き変換装置の構成図である。

11

【図2】上記実施の形態1における、キャプチャ時のマーカーと人間のスケルトン構造の対応例を示す図である。

【図3】標準的な人間の骨格構造の階層関係を説明する図である。

【図4】骨格構造の計算の基準となるベース位置 (Site) と各関節 (Joint)、関節間のリンクの長さ (Segment) の関係を表す図である。

【図5】人間の骨格構造を表す図である。

【図6】骨格の初期値を表すデータ構造例を示す図である。

【図7】骨格の階層関係を定義するデータ構造例を示す図である。

【図8】マーカーの位置と骨格の関節の関係を示す図である。

【図9】マーカーの座標位置から関節の角度データを計算する説明図である。

*

12

*【図10】姿勢決定部で定義されるルートの位置と方向、各時刻における各ジョイントの角度データを定義するデータ構造例を示す図である。

【図11】モーションデータ変換時の座標系の概念を示す図である。

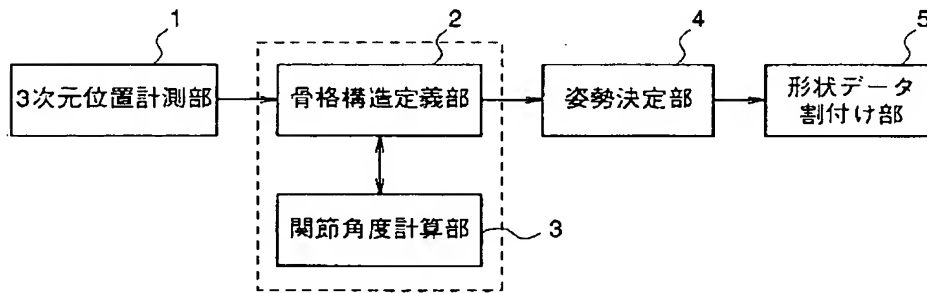
【図12】モーション割り付けの際のスケールパラメータを説明する図である。

【図13】骨格階層の異なるもの同士の対応付けを説明する図である。

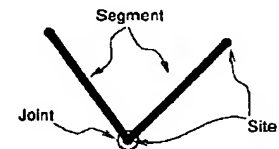
10 【符号の説明】

- 1 3次元位置計測部
- 2 骨格構造定義部
- 3 関節角度計算部
- 4 姿勢決定部
- 5 形状データ割付け部

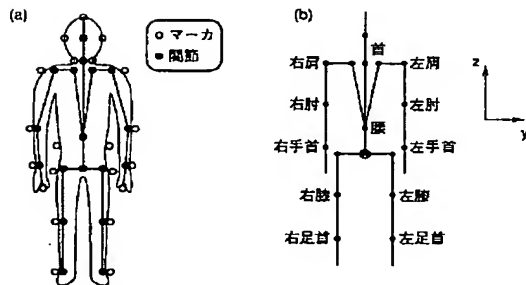
【図1】



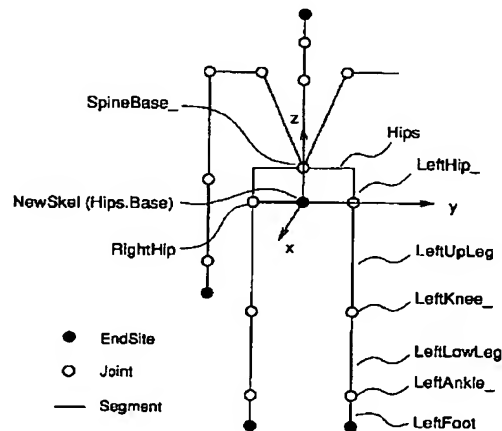
【図4】



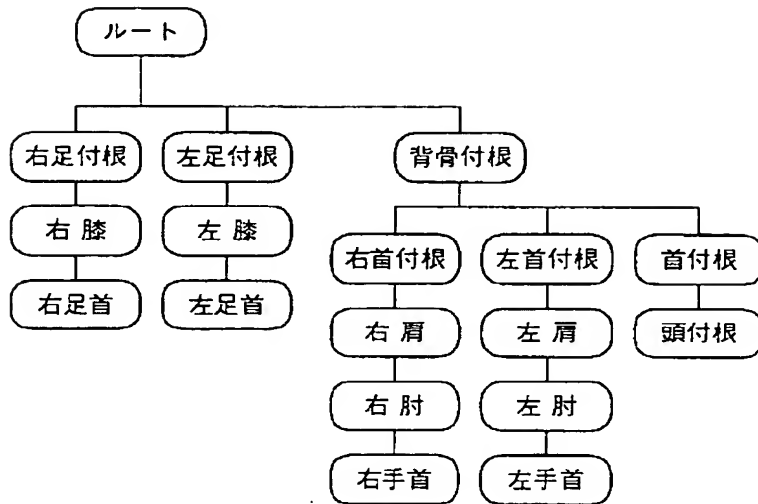
【図2】



【図5】



【図3】



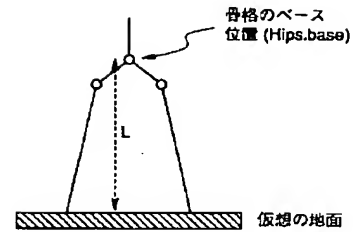
【図6】

```

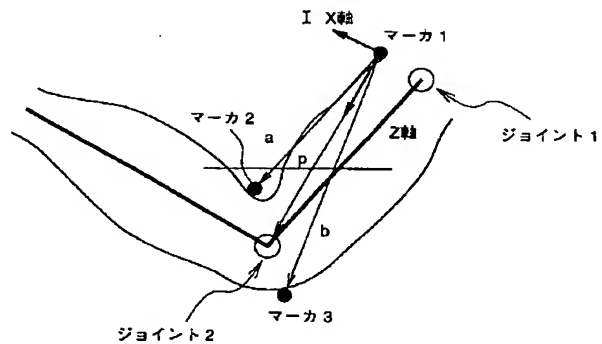
segment Hips
segment Hips -a 1.00 1.00 1.00
site Hips. base -p 0.00 0.00 0.00
site Hips. base -r 0.00 0.00 0.00
site Hips. LeftHip_ -p 0.0 3.0 -5.0
site Hips. LeftHip_ -r 0 0 0
site Hips. RightHip_ -p 0.0 -3.0 -5.0
site Hips. RightHip_ -r 0 0 0
site Hips. SpineBase_ -p 0.0043 0 1.0
site Hips. SpineBase_ -r 0 0 0
segment LeftUpLeg
segment LeftUpLeg -a 1.00 1.00 1.00
site LeftUpLeg. LeftHip_ -p 0.00 0.00 0.00
site LeftUpLeg. LeftHip_ -r 0.00 0.00 0.00
site LeftUpLeg. LeftKnee_ -p 0.00 0.00 -15.0
site LeftUpLeg. LeftKnee_ -r 0 0 0
segment LeftLowLeg
segment LeftLowLeg -a 1.00 1.00 1.00
site LeftLowLeg. LeftKnee_ -p 0.00 0.00 0.00
site LeftLowLeg. LeftKnee_ -r 0.00 0.00 0.00
site LeftLowLeg. LeftAnkle_ -p -1.5 -0.0 -20.0
site LeftLowLeg. LeftAnkle_ -r 0 0 0
segment LeftFoot
segment LeftFoot -a 1.00 1.00 1.00
site LeftFoot. LeftAnkle_ -p 0.00 0.00 0.00
site LeftFoot. LeftAnkle_ -r 0.00 0.00 0.00
site LeftFoot. EndSite -p 13.0 0 0
site LeftFoot. EndSite -r 0 0 0

```

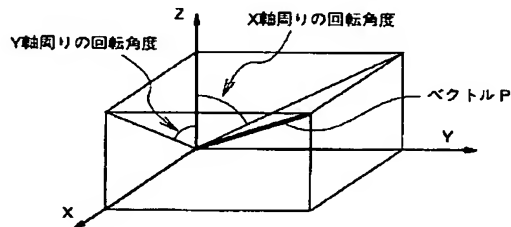
【図12】



【図8】



【図9】



【図7】

```

joint LeftHip_ -c Hips. LeftHip_ LeftUpLeg. LeftHip_
joint LeftHip_ -t ball
joint LeftHip_ -l -180.00 -180.00 -180.00 180.00 180.00 180.00
joint LeftKnee_ -c LeftUpLeg. LeftKnee_ LeftLowLeg. LeftKnee_
joint LeftKnee_ -t ball
joint LeftKnee_ -l -180.00 -180.00 -180.00 180.00 180.00 180.00

```

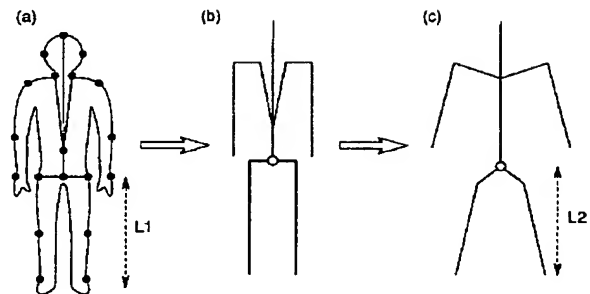
【図10】

```

body NewSkel -o Hips
body NewSkel -p 38.61 18.78 13.23
move 1 -o NewSkel 38.61 18.78 13.23
move 1 -b NewSkel 1.74 40.64 -0.11
move 1 -r LeftHip_ 13.64 -41.19 5.14
move 1 -r LeftKnee_ -8.99 -15.90 -0.58
move 1 -r LeftAnkle_ -90.00 0.00 -0.00
move 1 -r RightHip_ -17.79 -39.36 -6.41
move 1 -r RightKnee_ 4.94 -14.18 -0.46
move 1 -r RightAnkle_ -90.00 0.00 -0.00
move 1 -r SpineBase_ 172.41 -126.41 -8.83
move 1 -r LeftCollar_ -128.47 13.67 12.93
move 1 -r LeftShoulder_ -139.01 0.09 45.19
move 1 -r LeftElbow_ -8.81 -7.09 -1.07
move 1 -r LeftWrist_ 8.68 -3.56 -27.95
move 1 -r RightCollar_ -125.14 10.80 0.52
move 1 -r RightShoulder_ 141.41 -18.99 14.95
move 1 -r RightElbow_ -0.09 -9.94 0.57
move 1 -r RightWrist_ 157.27 120.97 25.00
move 1 -r ToolHandle_ 0.00 143.23 -0.00
move 1 -r NeckBase_ -175.87 154.15 21.55
move 1 -r SkullBase_ 0.02 43.44 3.19
move 2 -o NewSkel 38.60 18.79 13.24
move 2 -b NewSkel 1.44 40.76 0.14
move 2 -r LeftHip_ 13.92 -41.40 5.28
move 2 -r LeftKnee_ -9.09 -15.65 -0.56
move 2 -r LeftAnkle_ -90.00 0.00 -0.00
move 2 -r RightHip_ -17.60 -39.60 -6.38

```

【図11】



【図13】

